

RANCANGAN PENGENDALIAN PERSEDIAAN SPARE PART STUDI KASUS PT. INDONESIA POWER UNIT PEMBANGKITAN SEMARANG

Ulyvia Trisnawati*, Purnawan Adi W, Darminto Pujotomo

Email : ulyvia.trisna@gmail.com

Program Studi Teknik Industri Universitas Diponegoro
JL Prof. H. Soedarto, SH, Tembalang Semarang 50239

ABSTRAK

Banyaknya spare part menyebabkan rendahnya nilai *inventory turnover* yang merupakan salah satu Indikator kerja pada bagaian perencanaan dan pengendalian persediaan, selain itu banyaknya spare part cadang membebani biaya persediaan khususnya biaya simpan dan perawatan, dalam hal ini perusahaan menggunakan intuisi dalam melakukan pengendalian persediaan. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan kebijakan persediaan dengan nilai *inventory turnover* yang lebih baik dan biaya persediaan minimum. Penelitian ini menggunakan pendekatan *Periodic Review* dan *Continuous Review* untuk memperoleh kebijakan persediaan optimal untuk PT Indonesia Power Unit Pembangkitan Semarang yang kemudian dibandingkan dengan sistem persediaan perusahaan dengan menggunakan simulasi *montecarlo*. Data yang digunakan untuk penelitian ini adalah data sekunder. Penelitian dilakukan pada 10 spare part level A dengan pembelian terbanyak. Hasil dari pengolahan data menggunakan metode *periodic review* dan *continuous review* jika dibandingkan dengan sistem persediaan saat ini menunjukkan bahwa nilai *inventory turnover* terbaik adalah dengan menggunakan kebijakan *periodic review* dengan nilai rata-rata 1.40 kali lebih besar 1,04 kali jika dibandingkan dengan kondisi eksisting perusahaan, Sedangkan untuk biaya persediaan optimal terdapat pada *Continuous Review Model*. Hasil perbandingan total biaya persediaan antara *continuous review* dengan sistem persediaan perusahaan mengindikasikan adanya penghematan sebesar 40,71%
Kata Kunci : Persediaan, Periodic Review, Continuous Review, Simulasi Montecarlo, Inventory Turnover

ABSTRACT

The number of spare parts causes the low inventory turnover value which causes the non-achievement of one of the work Indicators in the planning and controlling of the inventory, in addition to the many spare parts burdening the cost of inventory especially the cost of storage and maintenance, in this case the company uses intuition in controlling the inventory. This study aims to obtain inventory policy with better inventory turnover value and minimum inventory cost. This study uses the Periodic Review and Continuous Review approach to obtain the most optimal inventory policy for PT Indonesia Power Generation Unit Semarang which is then compared with company inventory system using montecarlo simulation. The data used for this research is secondary data. The study was conducted on 10 spare part A level with the most purchases. The results of data processing using periodic review and continuous review methods when compared with the current inventory system shows that the best inventory turnover value is to use the policy periodic review with an average value of 1.40 greater than 1.04 when compared with the existing condition of the company, associated with that Continuous review model is a policy with a minimum total inventory cost. The equilibrium ratio of total inventory cost between the periodic review model and the company's inventory system indicates a significant savings in total inventory cost, which is 40,71%
Keywords: Inventory, Periodic Review, Continuous Review, Montecarlo Simulation, Inventory Turnover

1. PENDAHULUAN

Listrik menjadi kebutuhan penting dalam aktivitas sehari-hari serta menjadi pendukung utama jalannya suatu kegiatan usaha. Pada zaman modern banyak alat pendukung dimana semuanya membutuhkan tenaga listrik dalam mengoperasikannya. Tentu hal ini akan memicu peningkatan penggunaan energi listrik oleh

masyarakat, seiring dengan penambahan jumlah penduduk yang signifikan. Penggunaan listrik tersebut akan menjadi faktor yang tidak terpisahkan dalam sektor rumah tangga, penerangan, komunikasi hingga industri. Hal ini ditandai dengan meningkatnya konsumsi energi listrik tiap tahunnya. Berdasarkan data statistik penggunaan listrik yang dikeluarkan oleh Kementerian Energi dan Sumber

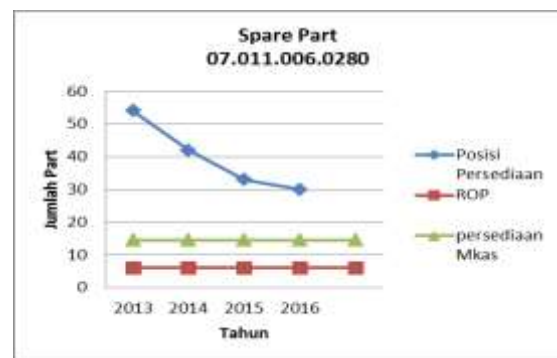
Daya Mineral, terjadi kenaikan jumlah pengguna listrik di Indonesia selama 5 tahun terakhir (tahun 2011 - 2015). Peningkatan konsumsi energy listrik setiap tahunnya mengharuskan perusahaan pembangkit listrik menjaga performanya untuk dapat memenuhi kebutuhan listrik. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah memenuhi ketersediaan *Spare Part* – *Spare Part* penu njang produksi . Setiap perusahaan, baik itu perusahaan jasa maupun perusahaan manufaktur, selalu memerlukan persediaan. Tanpa adanya persediaan, perusahaan akan dihadapkan pada sebuah risiko, tidak dapat memenuhi keinginan para pelanggan (Rangkuti, 2004). Perusahaan diharapkan memiliki konsep yang baik dalam pengendalian persediaan. Dengan konsep pengendalian yang baik perusahaan dapat mengurangi kemungkinan ketidakmampuan memenuhi target produksi.. Pada perusahaan pembangkit persediaan/ inventory bertugas untuk mendukung kesiapan unit pembangkit dalam proses produksi pembangkitan listrik

PT Indonesia Power adalah salah satu perusahaan Pembangkit listrik yang merupakan anak perusahaan PT PLN (Persero) dengan total kapasitas terpasang sekitar 9000 MW dan memiliki delapan Unit Pembangkitan yang tersebar di Pulau Jawa dan Bali. Salah satunya adalah Unit Pembangkit Semarang. Unit Pembangkit Semarang sendiri berada di area plabuhan Tanjung Emas Semarang. Unit Pembangkit Semarang sendiri memiliki kapasitas terpasang sebesar 1.469 MW yang terdiri dari tiga jenis pembangkit, Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) serta Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU).

Dalam rangka mempertahankan dan meningkatkan kapasitas dan kinerja jangka panjang untuk kelangsungan pertumbuhan Perusahaan, PT. Indonesia Power telah menyiapkan roadmap rencana jangka panjang perusahaan. Langkah-langkah yang diambil kemudian dituangkan dan diimplementasikan dalam sistem manajemen aset, yang kemudian dibagi menjadi pilar antara lain Supply Management dan dibagi kembali menjadi beberapa sub pilar antara lain *Manajemen Inventory*, dalam melakukan *Manajemen Inventory* PT Indonesia Power mengklasifikasikan *Spare Part* berdasarkan Analisa ABC dengan kriteria kekritisan (*criticality*). Level A Sangat kritis (*plant stop*, kehilangan kesempatan produksi). Level B : Kritis (*unit derating, atau mengancam derating*) Level C Kurang kritis (tidak berdampak langsung bagi operasi). Sebanyak 91 *Spare Part* level A, 358 *Spare Part* level B, dan 3132 *Spare Part* tipe C,

Setelah pengelompokan dengan analisa ABC, langkah selanjutnya adalah menghitung kuantitas pemesanan yang optimal dengan menggunakan

parameter q (Kuantitas pemesanan) dan *Re-Order Point* (titik pemesanan kembali), namun hal tersebut tidak berjalan sesuai harapan, yang seharusnya terjadi adalah ketika jumlah persediaan mencapai batas *reorder point*, maka dilakukan pembelian kembali. Akan tetapi kenyataannya tidak berjalan demikian, adakalanya pembelian dilakukan sebelum mencapai batas *Re-order point* dan tanpa memperhatikan persediaan maksimum. Hal tersebut bermaksud untuk menghindari perusahaan dari kekurangan persediaan terlebih untuk *spare part* level A, Namun keadaan tersebut menyebabkan perusahaan mengalami kelebihan persediaan, hal ini terlihat pada tren posisi persediaan untuk salah satu spare part level A dengan permintaan paling tinggi seperti pada grafik berikut ini :



Gambar 1 Grafik Posisi Persediaan spare part 07.011.006.0280

Tingginya jumlah persediaan berdampak pada besarnya biaya persediaan terlebih biaya simpan, biaya perawatan dan biaya investasi. sampai bulan april 2017 nilai investasi *Spare Part* cadang perusahaan sebesar Rp. 38.299.924.041. Selain biaya Persediaan, tingginya jumlah persediaan juga berdampak terhadap tingginya nilai salah satu indikator kerja pada manajemen *inventory* yaitu *Inventory Turnover*. *Inventory TurnOver* (Tingkat perputaran persediaan) berfungsi untuk mengetahui seberapa cepat produk atau barang mengalir relatif terhadap jumlah yang rata-rata tersimpan sebagai persediaan. (Pujawan & ER, 2010). PT Indonesia Power memiliki target penilaian kinerja yang telah ditetapkan oleh kantor pusat, penilaian kinerja dilakukan setiap semester (6 bulan sekali) . Tahun 2016 target kontrak kinerja ITO yang harus penuh adalah 2.9 untuk semester satu dan 4 untuk semester dua. Sedangkan capaian *Inventory TurnOver* untuk semester satu adalah 0.76 dan 2.2 untuk semester dua. Tahun 2017, sampai dengan awal juni 2017 *Inventory TurnOver* yang berhasil di capai adalah 0.77 sedangkan untuk target yang akan di evaluasi pada akhir Juni adalah 3.2.

Penelitian ini dilakukan untuk merancang kebijakan persediaan *Spare Part* level A berdasarkan hasil klasifikasi *Spare Part* yang dilakukan perusahaan. Sampel yang dilakukan untuk penelitian ini adalah 10 *spare part* dengan tingkat pembelian paling banyak. Metode yang digunakan dalam menentukan kebijakan persediaan terbaik adalah *Periodic review* dan *continuous review*, sedangkan untuk mengetahui sistem persediaan eksisting perusahaan (total biaya persediaan) penelitian ini menggunakan *simulasi montecarlo*, selanjutnya dari perhitungan rata-rata yang di dapatkan dari setiap metode, akan digunakan sebagai input perhitungan *Inventory Turnover*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Biaya Persediaan

Sebelum melakukan proses pengolahan data, biaya persediaan harus diketahui terlebih dahulu untuk memudahkan dalam memudahkan proses perhitungan. Terdapat 3 jenis komponen ongkos persediaan, yaitu biaya pesan, biaya simpan, dan biaya kekurangan persediaan (Vrat, 2014). Berikut ini akan dijabarkan formulasinya sehingga akan dapat ditentukan variable-variabel keputusan yang akan dikenalkan:

1) Biaya Pesan (Op)

Biaya Pemesanan adalah semua pengeluaran yang ditimbulkan untuk mendatangkan barang dari luar (Bahagia, 2006). Terkait dengan hal tersebut komponen biaya pesan pada objek penelitian meliputi biaya tenaga kerja, biaya jaringan internet, biaya dokumen serta biaya komunikasi, sehingga ongkos pesan dapat di formulasikan sebagai berikut :

$Op = \text{Biaya tenaga kerja} + \text{biaya jaringan internet} + \text{biaya jaringan internet} + \text{biaya komunikasi} \dots\dots\dots (1)$

2) Biaya Simpan (Os)

Ongkos simpan merupakan biaya yang muncul saat perusahaan menyimpan produk di suatu tempat penyimpanan (Vrat, 2014), ongkos simpan dapat di formulasikan sebagai berikut :

$I = \text{Interest} \times \text{harga spare part} \dots\dots\dots (2)$

$B = \frac{\text{gaji pegawai selama satu tahun}}{\text{rata-rata perediaan spare part}} \dots\dots\dots (3)$

$Os = I + B \dots\dots\dots (4)$

3) Biaya Kekurangan (Ok)

Biaya kekurangan persediaan yaitu biaya atas kerugian karena terganggunya proses produksi dan kehilangan kesempatan untuk mendapatkan keuntungan akibat tidak adanya persediaan. Biaya ini dapat diukur dari :

a. Kuantitas yang tidak dapat dipenuhi. Diukur dari keuntungan yang hilang karena tidak

dpapt memenuhi permintaan atau kerugian akibat terhentinya proses produksi

b. Waktu pemenuhan diukur berdasarkan waktu yang diperlukan untuk memnuhi gudang dengan satuan waktu

c. Biaya pengadaan darurat, yaitu biaya yang ditimbulkan akibat dilakukannya pengadaan darurat yang biasanya menimbulkan biaya yang lebih besar dari pengadaan normal

Pada PT Indonesia Power Unit Pembangkitan Semarang, biaya kekurangan persediaan yang digunakan adalah biaya yang kerugian yang di tanggung akibat ketidak mampuan melakukan proses produksi dikarenakan tidak tersedianya *spare part* yang di butuhkan.

Kebijakan Persediaan *Periodic Review*

Dalam *Periodic Review*, status persediaan akan di pantau setiap interval waktu tertentu dan pengisian ulang persediaan akan dilakukan ketika persediaan sudah mencapai tingkat minimal pada saat interval waktu tersebut (Setyaningsih & Basri, 2013). Pengisian ulang pada *Periodic Review* dimaksudkan untuk menaikkan tingkat persediaan pada kuantitas yang telah ditentukan (Chopra & Meindl, 2013).

Pencarian solusi dengan pendekatan *periodic review* akan menggunakan metode Hadley-Within dimana nilai T dan R diperoleh dengan cara sebagai berikut :

1) Menghitung nilai T sebagai berikut :

$$T = \sqrt{\frac{2 \times A}{Dh}} \dots\dots\dots (5)$$

2) Menghitung α sebagai berikut :

$$\alpha = \frac{T \times h}{Cu} \dots\dots\dots (6)$$

3) Menghitung R (Persediaan Maksimum) dimana R mencakup kebutuhan selama (T + L) periode dan dinyatakan dengan:

$$R = D(T+L) + Z\alpha\sqrt{T+L} \dots\dots\dots (7)$$

4) Menghitung kemungkinan kekurangan persediaan :

$$N = \sigma_D\sqrt{T+L} (f(z\alpha) - (Z\alpha \times \omega z\alpha)) \dots\dots\dots (8)$$

Dimana

$$f(z\alpha) = \text{NORMDIST}(Z\alpha, 0, 1, 0)$$

$$\omega z\alpha = \text{NORMDIST}(Z\alpha, 0, 1, 0) - (Z\alpha(1 - \text{NORMDIST}(Z\alpha, 0, 1, 0)))$$

5) Menghitung O_t *Periodic Review*:

$$O_t = \frac{A}{T} + \left(R - DL - \frac{DT}{2} \right) h + \frac{CuN}{T} \dots\dots\dots (9)$$

6) Ulangi mulai langkah 2 dengan menambah T sebesar 0.005. hal ini dilakukan untuk mendapatkan O_t yang Optimal

Kebijakan Persediaan *Continuous Review*

Peninjauan persediaan menggunakan sistem *continuous review* dilakukan secara terus-menerus dimana $T = 0$ sehingga posisi stok selalu diketahui.

Pencarian solusi dengan pendekatan *continuous review* akan menggunakan metode Hadley-Within dimana nilai q^* dan r diperoleh dengan cara sebagai berikut :

- 1) Hitung nilai q_{01} awal dengan nilai q_{ow} dengan formula Wilson

$$q_{01} = q_{ow} = \sqrt{\frac{2AD}{h}} \dots\dots\dots(10)$$

- 2) Berdasarkan nilai q_{01} yang diperoleh akan dapat dicari besarnya kemungkinan kekurangan inventori α dengan menggunakan persamaan :

$$\alpha = \frac{hq_0}{CuD} \dots\dots\dots(11)$$

Selanjutnya akan dapat dihitung nilai r_1 selanjutnya akan dapat dihitung nilai r_1 dengan menggunakan persamaan berikut :

$$r_1 = D_L + Z\alpha S\sqrt{L} \dots\dots\dots(12)$$

- 3) Dengan diketahui r_1 yang diperoleh akan dapat dihitung nilai q_{02} berdasarkan dari formula yang diperoleh dari persamaan:

$$q_{02} = \sqrt{\frac{2D[A+cu \int_{r_1}^{\infty} (x-r_1)f(x)dx]}{h}} \dots\dots\dots(13)$$

dimana :

$$\alpha = \frac{hq_0}{CuD} \dots\dots\dots(14)$$

$$\int_{r_1}^{\infty} (x-r_1) f(x)dx = SL [f(z\alpha) - z\alpha \Psi(z\alpha)] \dots\dots\dots(15)$$

- 4) Hitung kembali besarnya nilai $\alpha = \frac{hq_0}{CuD}$ dan nilai r_2 dengan menggunakan :

$$\int_{r_2}^{\infty} f(x)dx = r_2 = D_L + Z\alpha S\sqrt{L} \dots\dots\dots(16)$$

- 5) Bandingkan nilai r_1 dan r_2 ; jika nilai r_2 relatif sama dengan r_1 iterasi selesai dan akan diperoleh $r_1 = r_2$ dan $q_0 = q_{02}$, jika tidak kembali ke langkah c dengan menggantikan nilai $r_1 = r_2$ dan $q_0 = q_{02}$

Simulasi Montecarlo

Simulasi montecarlo akan digunakan untuk menentukan total biaya persediaan selama satu tahun. Simulasi montecarlo merupakan simulasi dengan model probabilistik, dimana data dihasilkan dari bilangan random yang kemudian disusun suatu distribusi probabilitas. Langkah – langkah dalam simulasi monte carlo adalah :

- 1) Membuat probabilitas distribusi untuk variable yang akan diuji
- 2) Membangun distribusi kumulatif untuk variable yang akan diuji ditahap pertama
- 3) Membuat sampel random dan kumulatif probabilitas distribusi untuk menentukan nilai spesifik variable untuk digunakan dalam simulasi.

- 4) Membuat bilangan random acak untuk dimasukkan ke distribusi kumulatif dan menentukan nilai spesifik variable untuk setiap observasi.

- 5) Membuat simulasi dari rangkaian percobaan. Simulasi digunakan untuk menentukan total biaya persediaan menurut model perusahaan. Ada beberapa tahap dalam melakukan simulasi yaitu :

Inventory Turnover

Inventory turnover digunakan untuk mengukur seberapa cepat *Spare Part* mengalir relatif terhadap jumlah persediaan yang tersimpan di gudang untuk tiap periode. Semakin besar nilai ITO, maka semakin bagus pengendalian inventori suatu perusahaan. Perhitungan *inventory turnover* dapat ditentukan dengan persamaan :

$$Turn\ Over\ rate = \frac{Jumlah\ Pemakaian}{Rata-Rata\ Persediaan} \dots\dots\dots(17)$$

Dimana :

Rata – rata persediaan untuk *periodic review* dapat di hitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$Rata - Rata\ Persediaan = R - (D \times L) - (\frac{DxT}{2}) \dots\dots(18)$$

Rata – rata persediaan untuk *continuous review* dapat di hitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$Rata - Rata\ Persediaan = SS + 0.5Q \dots\dots\dots(19)$$

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui rancangan pengendalian persediaan untuk *spare part* level A agar mendapatkan nilai *inventory turnover* lebih baik dan biaya persediaan minimum. Penelitian ini bersifat kauntitatif merupakan perumusan teori pada sifat dan hubungan antara fenomena kuantitatif dari obyeknya dengan melakukan perhitungan.

Langkah – langkah Penelitian

- 1) Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan pada penelitian ini merupakan gabungan dari studi pustaka dan studi lapangan. Secara keseluruhan, studi pendahuluan dilakukan untuk menghasilkan gambaran maupun informasi mengenai kondisi objek penelitian yang akan diteliti. Informasi dan gambaran dari studi pendahuluan ini akan digunakan untuk merumuskan masalah Identifikasi masalah

- 2) Identifikasi masalah

Tahap ini merupakan tahap pendahuluan dalam penelitian yaitu mengidentifikasi permasalahan yang terjadi pada PT. Indonesia Power UP Semarang. Permasalahan yang menjadi focus pada penelitian ini yaitu rendahnya nilai *inventory turnover* dan tidak dapat mencapai target dalam beberapa tahun terakhir. Hal tersebut disebabkan banyaknya *sparepart* cadang. Setelah itu menetapkan tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian.

3) Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan pencarian data yang berupa telaah-telaah atau studi dari pustaka dan observasi. Pengumpulan data harus dilakukan dengan sistematis tentang objek penelitian yang akan diteliti dan berbagai kejadian yang melatarbelakangi, agar dapat menjawab pertanyaan penelitian. Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini, antara lain wawancara dengan pihak – pihak terkait dan data sekunder. Data yang didapat dari perusahaan antara lain data kelas *Spare Part* berdasarkan klasifikasi ABC, harga *Spare Part*, *demand Spare Part*, *lead time Spare Part*, permintaan, dll

4) Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukn yaitu dengan perhitungan kebijakan pengendalian persediaan optimal dengan 3 metode yaitu *periodic review* dan *continuous review* dan untuk mengetahui kondisi eksisting perusahaan menggunakan simulasi montecarlo. Dari hasil – hasil yang didapatkan kemudian dapat dicari biaya persediaan dan *Inventory Turnover*. Nilai – nilai tersebut akan dibandingkan untuk mendapat metode mana yang paling optimal.

5) Analisis dan Kesimpulan

Pada tahap ini akandilakukan analisis dari hasil pengolahan data pada tahap sebelumnya serta penarikan kesimpulan untuk menjawab tujuan penelitian yang telah irumuskan diawal

Analisis yang dilakukan yaitu analisis kebijakan persediaan *periodic review*, *continuous review*, simulasi montecarlo, perbandingan biaya persediaan dan *inventory turnover*

Kesimpulan diperoleh dari hasil pengumpulan , pengolahan dan analisis terhadap data penelitian. Saran berisi masukan untuk penelitian selanjutnya

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Jenis Spare Part yang diteliti

Penentuan jenis spare part yang di teliti adalah spare part level A dengan permintan permintaan paling banyak. Dalam penelitian ini jumlah *spare parts* yang diteliti sebanyak 10 jenis.

Tabel 1. Jenis Spare Part yang diteliti

No Item	DESCRIPTION
45.009.009.0038	Flame Detector P/N Lg.1093aa24.Ge P/N 261a1812p010 Merk Honeywell
07.006.025.0183	Transition Piece Np. 733E0661P002/ 943E0237G003
07.011.006.0280	CROSS FIRE TUBES FEMALE P/N : 169D3494 G001
40.002.001.0049	TORQUE SWITCHING DEVICE P/N 7Z1 Untuk MBV
07.006.009.0241	SPKPG CORE P/N 298A8224P001 (PART SPARK PLUG)

No Item	DESCRIPTION
07.011.006.0292	TP END SEAL DWG: 197 C 3121 G001
07.011.025.0327	SPRING P/N 314A5199P001
07.011.008.0016	KEY SHROUD STG 3 Dwg. 210C7894G013-31, 247B7273P003 GENERAL ELECTRIC MS 9001E 109,65 MW
07.011.008.0028	PIN DOWEL, PART NUMBER 219B 6854 P008, GENERAL ELECTRIC MS 9001E 109.65 MW
45.011.064.0045	SPARE PART H2 GENERATOR, Bushing, Insulating, Merk Teledyne Energy Systems .INC., Part Number ES-XM10044-001, untuk HMXT Module Tie Rod Kit H2 Generator

Biaya – Biaya yang Dibutuhkan Dalam Perhitungan

Biaya yang diperlukan dalam perhitungan lebih lanjut tentang persediaan *spare parts* antara lain adalah biaya simpan (*holding cost*), biaya kekurangan persediaan (*Shortage cost*), biaya pesan (*order cost*)

1. Biaya Pesan Spare Parts

Biaya pesan adalah biaya yang dikeluarkan perusahaan untuk melakukan pemesanan kembali. Biaya pesan yang dianggarkan oleh perusahaan meliputi bebrapa komponen biaya, yaitu biaya tenaga kerja, biaya jaringan internet, dan biaya komunikasi perhitungan. Biaya pesan memiliki nilai yang sama untuk semua spare parts menurut hasil perhitungan menggunakan persamaan (1). Biaya pesan untuk masing – masing *spare parts* adalah Rp 217.789,-

2. Biaya Simpan Spare Parts

Biaya simpan adalah biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk menyimpan barang di dalam gudang penyimpanan. Perhitungan biaya simpan mengacu pada persamaan (2),(3), dan (4). Berikut merupakan tabel hasil perhitungan biaya simpan.

Tabel 2 Biaya Simpan

No Spare Part	Harga Spare Part (Rp)	Interest	I (Rp)	B (Rp)	Holding Cost (Rp)
45.009.009.0038	6,000,000	5%	300,000	7213	307,213
07.006.025.0183	6,250,000	5%	312,500	7213	319,713
07.011.006.0280	2,260,800	5%	113,040	7213	120,253
40.002.001.0049	6,890,000	5%	344,500	7213	351,713
07.006.009.0241	3,070,000	5%	153,500	7213	160,713
07.011.006.0292	1,123,050	5%	56,153	7213	63,366
07.011.025.0327	2,605,000	5%	130,250	7213	137,463
07.011.008.0016	470,000	5%	23,500	7213	30,713
07.011.008.0028	535,000	5%	26,750	7213	33,963
45.011.064.0045	293,800	5%	14,690	7213	21,903

3. Biaya Kekurangan Spare Parts

Biaya kekurangan persediaan yang digunakan oleh PT Indonesia Power adalah biaya yang kerugian yang di tanggung akibat ketidak mampuan

melakukan proses produksi dikarenakan tidak tersedianya *spare part* yang di butuhkan. Perusahaan diasumsikan memiliki kapasitas ± 2 MW/plant untuk setiap kali berproduksi. Tarif listrik per Kwh tahun 2017 adalah ± 1500 sehingga biaya kekurangan persediaan yang di tanggung oleh perusahaan adalah Rp 3.000.000 untuk masing-masing *spare part*

Kebijakan Persediaan dengan pendekatan *Periodic Review*

Parameter yang diukur dalam metode *Periodic Review* adalah T (periode waktu antar pemesanan) dan R (persediaan maksimum). Perhitungan kebijakan persediaan dengan pendekatan *periodic review* mengacu pada persamaan (5) sampai (9). Berikut merupakan hasil perhitungan pengendalian persediaan dengan pendekatan *periodic review*

Tabel 3 Pengendalian Persediaan *Periodic Review*

No	No Sparepart	T		R(unit)	OT (Rp/Tahun)
		Tahun	Hari		
1	45.009.009.0038	0.4898	179	5	2,918,978
2	07.006.025.0183	0.5193	190	4	3,280,181
3	07.011.006.0280	0.2725	99	12	6,184,433
4	40.002.001.0049	0.4494	164	4	3,749,857
5	07.006.009.0241	0.4675	171	6	2,692,721
6	07.011.006.0292	0.3667	134	13	3,774,967
7	07.011.025.0327	0.2959	108	6	4,459,282
8	07.011.008.0016	1.1269	411	13	1,404,426
9	07.011.008.0028	0.9029	330	14	1,510,810
10	45.011.064.0045	1.9342	706	12	715,870

Pada kebijakan pengendalian persediaan *Periodic Review*, pemesanan dilakukan pada saat peninjauan setiap T waktu. Pemesanan dilakukan untuk meningkatkan persediaan hingga mencapai level R. sehingga pada sistem ini dilakukan perhitungan nilai T (waktu peninjauan) dan R (persediaan maksimum)

Perhitungan waktu peninjauan (T) dipengaruhi oleh biaya pemesanan, jumlah *demand*, dan biaya penyimpanan. Nilai R diperoleh berdasarkan nilai rata – rata *demand* selama *lead time* dan T, standar deviasi selama *lead time* dan T, serta *safety Factor*, nilai *safety factor* diperoleh dari nilai *alfa* yang merupakan nilai T dan biaya simpan dibandingkan dengan biaya kekurangan, kemudian dilakukan interpolasi pada tabel *safety factor*. Perhitungan nilai T optimum diperoleh dari beberapa iterasi hingga biaya persediaan lama lebih kecil dibandingkan biaya persediaan baru, dalam hal ini T dijumlahkan dan dikurangi dengan 0,05 samapai menemukan titik optimal. Iterasi berhenti ketika biaya persediaan lebih besar dibandingkan iterasi sebelumnya. Pada penelitian ini iterasi terpendek terdapat pada *spare part* 45.009.009.0038 dengan 4 iterasi. Sedangkan

iterasi terpanjang terdapat pada *spare part* 07.011.008.0028 dengan 12 kali turunan.

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan nilai T untuk *Spare Part* berbeda – beda . periode pemesanan (T) paling pendek adalah 99 hari pada *Spare Part* 07.011.006.0280 dan yang paling panjang adalah 706 hari pada *Spare Part* 45.011.064.0045. pada *Spare Part* 07.011.006.0280 dengan periode waktu antar pemesanan (T) paling pendek hal ini dikarenakan *holding cost* dan permintaan *spare part* yang cukup tinggi. Maka untuk mengantisipasi adanya kekurangan dan kelebihan persediaan yang dapat meningkatkan biaya persediaan, dibutuhkan peninjauan persediaan dengan periode waktu antar pemesanan (T) selama 99 hari sekali.

Spare Part 45.011.064.0045 memiliki periode waktu antar pemesanan (T) yang dihasilkan paling panjang hal ini dikarenakan *holding cost* dan *demand* untuk *Spare Part* 45.011.064.0045 sangat rendah. *Holding cost* sebesar Rp 21,903/tahun sedangkan rata-rata permintaan hanya 4 unit. Maka dari itu untuk memudahkan perusahaan dalam memantau persediaan, dihasilkan periode waktu peninjauan 706 hari.

Hasil perhitungan persediaan maksimum (R) pada setiap *Spare Part* berbeda – beda. Persediaan maksimum (R) yang paling sedikit adalah 4 unit pada *Spare Part* 07.006.025.0183 dan 40.002.001.0049, sedangkan persediaan maksimum (R) paling banyak adalah 13 unit pada *Spare Part* 07.011.006.0292. Pada *Spare Part* 07.006.025.0183 dan 40.002.001.0049 memiliki persediaan maksimum (R) yang paling kecil hal ini dikarenakan permintaan *Spare Part* tersebut sangat sedikit yakni 3 unit masing-masing *spare part*. selain itu *holding cost* yang tinggi juga merupakan salah satu dampak dari kecilnya nilai R pada kedua *spare part* tersebut. *Holding cost* yang dibutuhkan untuk *spare part* 07.006.025.0183 dan 40.002.001.0049 masing-masing adalah Rp 319.713 dan Rp. 351.713 per tahun. Maka untuk mengantisipasi *holding cost* yang dapat meningkatkan biaya persediaan, dilakukan persediaan maksimum (R) yang sedikit yaitu 3 unit, setidaknya persediaan maksimum (R) pada suku cadang 40.002.001.0049 diharapkan dapat meminimalkan *holding cost*

Sedangkan pada *Spare Part* 07.011.006.0280 memiliki persediaan maksimum (R) yang paling tinggi yaitu 12 unit, hal ini dikarenakan *demand* yang tinggi yaitu 16 unit/tahun banyaknya persediaan maksimum (R) pada *Spare Part* 07.011.006.0280 diharapkan mampu memenuhi permintaan suku cadang yang tinggi.

Kebijakan Persediaan dengan pendekatan *Continuous Review*

Parameter yang dikukur dalam metode *Continuous Review* yaitu besarnya titik pemesanan kembali (r) dan jumlah lot pemesanan (q). Formulasi perhitungan metode *Continuous Review* dilihat pada persamaan (10) hingga (16). Berikut merupakan hasil perhitungan pengendalian persediaan dengan pendekatan *Continuous Review*.

Tabel 4 Pengendalian Persediaan *Continuous Review*

No Spare Part	r (unit)	q_0 (Unit)	OT (Rp)
45.009.009.0038	2.79	6	1,868,968
07.006.025.0183	2.36	7	2,190,960
07.011.006.0280	22.36	25	3,018,054
40.002.001.0049	2.44	8	2,732,349
07.006.009.0241	4.76	8	1,278,735
07.011.006.0292	24.50	18	1,149,053
07.011.025.0327	10.01	14	1,960,404
07.011.008.0016	14.07	11	336,934
07.011.008.0028	18.32	11	374,810
45.011.064.0045	4.14	9	193,052

Pemesanan pada kebijakan *Continuous Review* dilakukan ketika posisi persediaan mencapai titik r (titik pemesanan kembali). Kuantitas Pemesanan yaitu tetap sejumlah q . Nilai q optimum diperoleh dengan cara beberapa kali iterasi hingga nilai pengurangan r_1 dengan r_2 kurang dari atau sama dengan 0,05. Ketika pengurangan r_1 dan r_2 kurang dari 0,05 maka dilakukan perhitungan biaya persediaan.

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, nilai q dan r optimal pada iterasi ketiga untuk iterasi terpendek pada *spare part* 07.006.009.0241 dan 45.011.064.0045., sedangkan yang terpanjang adalah lima kali iterasi pada *spare part* 07.011.006.0280.

Besaran nilai q yang dihasilkan untuk seluruh *Spare Part* memiliki nilai yang berbeda – beda yang terkecil adalah *Spare Part* 45.009.009.0038 dengan q sebesar 6 unit, hal ini dikarenakan *demand* yang di butuhkan kecil selain itu *Spare Part* tersebut memiliki *holding cost* yang tinggi yaitu Rp 307.213, maka untuk mengantisipasi tingginya biaya *holding cost* yang dapat meningkatkan total biaya persediaan, dibutuhkan q yang kecil yaitu 6 unit.

Pada *Spare Part* 07.011.006.0280 memiliki nilai q paling besar yaitu 25 unit, hal ini dikarenakan *demand* cukup tinggi yaitu 16 unit hal, selain itu *Spare Part* tersebut memiliki biaya persediaan kurang dari setengah kali dari *Spare Part* 45.009.009.0038 yaitu Rp 120,253. Untuk mengantisipasi *demand* yang tinggi kebijakan menentukan q yang tinggi, hal tersebut diharapkan

tidak terlalu mempengaruhi biaya total persediaan dikarenakan *Spare Part* memiliki *holding cost* yang tidak terlalu tinggi.

Hasil perhitungan titik pengisian kembali (r) persediaan paling kecil adalah pada *Spare Part* 07.006.025.0183 yaitu 2.36 unit hal ini dikarenakan nilai *demand* dan standar deviasi *demand* yang kecil, untuk titik pengisian kembali (r) paling besar adalah pada *Spare Part* 07.011.006.0292 yang memiliki permintaan dan standar deviasi permintaan cukup tinggi. Maka untuk mengantisipasi kekurangan persediaan dilakukan pengisian kembali (r) saat persediaan masih cukup tinggi, hal ini diharapkan tidak mempengaruhi tingginya biaya persediaan, terutama biaya simpan, dikarenakan *holding cost* yang dibutuhkan *spare part* tersebut tidak terlalu tinggi yaitu Rp 63.366,-

Kondisi Persediaan Perusahaan dengan Simulasi Montecarlo

Berdasarkan konsep montecarlo dapat disimulasikan tingkat persediaan di gudang dengan input tertentu, dan dapat dilihat aspek biaya – biaya terkait seperti biaya pesan, biaya simpan, biaya kekurangan persediaan. Berikut langkah – langkah melakukan simulasi montecarlo :

- Menentukan parameter, pada penelitian ini parameter yang diamati adalah jumlah pemakaian *Spare Part* dan jumlah order beberapa tahun yang lalu.
- Membuat distribusi Frekuensi permintaan data pemakaian dan order tersedia dalam waktu 5 tahun.
- Membuat distribusi probabilitas kumulatif
- Membangkitkan nilai parameter dengan bilangan random. Pada simulasi bilangan random yang dibutuhkan adalah sebanyak 365. Angka 365 di dapatkan dari jumlah hari dalam satu tahun, bilangan random yang dihasilkan adalah jumlah permintaan dalam satu hari
Bilangan Random = RAND()*100
- Melakukan simulasi,
Pada simulasi jumlah pemesanan (Q) di dapatkan dari rata2 jumlah order yang pernah dilakukan oleh perusahaan, hal ini dikarenakan perusahaan belum memiliki kebijakan yang dilakukan secara konsisten. Sedangkan untuk pemesanan kembali (ROP) menggunakan angka bangkitan bilangan random dengan data histori selama 5 tahun.

Berikut merupakan biaya persediaan kondisi eksisting perusahaan hasil simulasi montecarlo.

Tabel 5. Hasil simulasi montecarlo

No Spare Part	OT Perusahaan (Rp)
45.009.009.0038	3,590,549
07.006.025.0183	2,946,049
07.011.006.0280	5,139,097
40.002.001.0049	4,097,332
07.006.009.0241	2,526,685
07.011.006.0292	2,256,187
07.011.025.0327	3,000,043
07.011.008.0016	627,758
07.011.008.0028	703,971
45.011.064.0045	636,045

Perbandingan Biaya Persediaan

Berdasarkan hasil perhitungan biaya persediaan pada model *Periodic Review*, *Continuous Review* dan hasil simulasi *monte carlo* (yang menggambarkan kondisi nyata perusahaan) untuk mengetahui apakah kebijakan usulan (*Periodic Review* dan *Continuous Review*) memberikan perbaikan terhadap sistem eksisting yang digunakan oleh perusahaan. Perusahaan menggunakan intuisi dalam sistem pengendalian persediaannya. Pada analisis biaya persediaan akan dibandingkan total biaya persediaan kebijakan *Periodic Review* dan *Continuous Review* terhadap kondisi eksisting perusahaan.

Perhitungan biaya persediaan pada *Continuous Review model* memiliki rata – rata biaya persediaan paling rendah, dan juga memiliki biaya persediaan terendah untuk masing-masing *spare part* nya , sedangkan biaya persediaan terendah untuk dua *sparepart* lain terdapat pada *Periodic review model*. Perbandingan biaya persediaan selengkapnya dapat dilihat pada tabel 6

Tabel 6. Perbandingan biaya persediaan

Nama Suku Cadang	Total Biaya Persediaan			Penghematan	
	<i>Periodic review</i>	<i>Continuous Review</i>	Perusahaan	<i>Periodic Review Terhadap Perusahaan</i>	<i>Continuous Review Terhadap perusahaan</i>
45.009.009.0038	2,918,978	1,868,968	3,590,549	19%	-48%
07.006.025.0183	3,280,181	2,190,960	2,946,049	-11%	26%
07.011.006.0280	6,184,433	3,018,054	5,139,097	-20%	41%
40.002.001.0049	3,749,857	2,732,349	4,097,332	8%	33%
07.006.009.0241	2,692,721	1,278,735	2,478,471	-9%	48%
07.011.006.0292	3,774,967	1,149,053	2,256,187	-67%	49%
07.011.025.0327	4,459,282	1,960,404	3,000,043	-49%	35%
07.011.008.0016	1,404,426	336,934	627,758	-124%	46%
07.011.008.0028	1,510,810	374,810	703,971	-115%	47%
45.011.064.0045	715,870	193,052	636,045	-13%	70%
Total Biaya	30,691,525	15,103,319	25,475,501	-20.47%	40.71%

Dari tabel 6 diatas merupakan perbandingan total biaya persediaan perusahaan, *Periodic Review Model* dan *Continuous Review model*. Dari hasil perhitungan *Spare Part* 45.009.009.0038 memiliki total biaya minimum pada kebijakan *Continuous Review* yaitu sebesar Rp 1.868.968 memiliki penghematan 48%

terhadap model perusahaan sedangkan model *periodic review* dapat menghemat 19% dari total biaya perusahaan. *Spare Part* 07.006.025.0183 memiliki total biaya minimum pada model *Continuous Review*, dapat menghemat 26% dari total biaya persediaan. Total biaya kebijakan untuk *Spare Part* 07.011.006.0280 memiliki kebijakan minimum pada *Continuous Review model* memiliki penghematan sebesar 41%. Untuk *Spare Part* 40.002.001.0049 memiliki penghematan paling tinggi pada *Continuous Review model* yaitu 33%. Kebijakan *Continuous* juga menurunkan biaya persediaan pada *Spare Part* 07.006.009.0241 yang memiliki penghematan sebesar 48%. Total biaya persediaan untuk *Spare Part* 07.011.006.0292 dan 07.011.025.0327 memiliki biaya persediaan minimum pada *Continuous Review*, penghematan yang diperoleh masing - masing 49% dan 35%. Dan untuk *Spare Part* 07.011.008.0016, 07.011.008.0028 dan 45.011.064.0045 memiliki persediaan minimum pada *Continuous Review model*, masing – masing memiliki penghematan sebesar 46%, 47% dan 70% dari biaya persediaan perusahaan,, seluruh *Spare Part* memiliki total biaya persediaan minimum yang dihasilkan oleh *Continuous Review model*. Hal ini disebabkan karena setiap *spare part* ditinjau secara terus menerus atau $T=0$ hal ini dapat menghindarkan dari terjadinya kekurangan persediaan yang akan sangat merugikan perusahaan, mengingat *spare part* pada penelitian ini adalah *spare part level Critically A* artinya ketika *spare part* tidak tersedia akan menyebabkan *plant stop* atau tidak dapat melakukan produksi.

Berikut merupakan grafik yang menunjukkan perbandingan biaya persediaan *Periodic Review*, *continuous* dan perusahaan. Pada gamabr 2



Gambar 2. Grafik perbandingan biaya persediaan

Pada biaya persediaan eksisting perusahaan menurut hasil simulasi monte carlo, unsur biaya yang paling mendominasi adalah biaya simpan, hal tersebut dikarenakan perusahaan tidak ingin mengalami kekurangan persediaan total biaya simpan

untuk kesepuluh *spare part* mencapai Rp 22.733.647. sedangkan untuk model *periodic review*, biaya yang mendominasi ialah biaya kekurangan persediaan, hal ini karena model *periodic review* melakukan pengendalian persediaan dengan parameter waktu peninjauan (T), hal tersebut menyebabkan stok tidak selalu diketahui, ekspektasi biaya kekurangan persediaan untuk *periodic review* adalah Rp 16.464.283. Untuk model *continuous review* unsur biaya yang paling tinggi adalah biaya simpan, namun biaya simpan pada *continuous review* tidak sebesar biaya simpan pada perusahaan atau model *periodic review*.

Menghitung *Inventory Turnover*

Setelah dihitung besarnya biaya persediaan, maka selanjutnya akan dihitung besarnya nilai *inventory turn over* (ITO). ITO digunakan untuk mengukur seberapa cepat material mengalir relatif terhadap jumlah persediaan yang tersimpan di gudang untuk tiap periode. Semakin besar nilai ITO, maka semakin bagus pengendalian persediaan suatu perusahaan. Nilai ITO bisa dihitung dengan persamaan (17), Perhitungan rata-rata persediaan yang merupakan input perhitungan *inventory turnover* dapat menggunakan persamaan (18) untuk rata-rata persediaan *periodic review* dan persamaan (19) untuk *continuous review*. sedangkan rata-rata persediaan perusahaan didapatkan dari hasil simulasi montecarlo. Berikut merupakan hasil perhitungan *inventory turnover*.

Tabel 7. Hasil Perhitungan *Inventory Turnover*

No <i>Spare part</i>	ITO <i>Periodic Review</i>	ITO <i>Continuous Review</i>	ITO perusahaan
45.009.009.0038	1.49	0.49	0.29
07.006.025.0183	1.83	0.55	0.35
07.011.006.0280	4.2	0.68	0.47
40.002.001.0049	1.78	0.5	0.27
07.006.009.0241	1.52	0.48	0.29
07.011.006.0292	1.87	0.41	0.31
07.011.025.0327	3.06	0.67	0.56
07.011.008.0016	1.07	0.39	0.45
07.011.008.0028	1.16	0.35	0.36
45.011.064.0045	0.83	0.63	0.44

Nilai ITO terbaik *Periodic Review* terdapat pada *Spare Part* 07.011.006.0280 yaitu 3.46 kali, sedangkan yang terkecil adalah 0.53 kali pada *sapre part* 45.011.064.0045. pada *Continuous Review* nilai ITO terbaik terdapat pada *Spare Part* 07.011.025.0327 dengan nilai ITO 0,54 dan yang terendah sebesar 0,27 pada *Spare Part* 40.002.001.0049. sedangkan pada ITO Perusahaan nilai ITO terbaik pada *spare part* 07.011.025.0327,

dengan nilai 0,54 kali sedangkan nilai terkecil terdapat pada *Spare Part* 40.002.001.0049 dengan nilai 0,27. Berikut merupakan tabel perbandingan ITO untuk *Periodic Review*, *Continuous Review* dan Perusahaan dapat dilihat pada tabel 7.

Pada tabel 7 menunjukkan perbandingan nilai ITO *Spare Part*. Nilai ITO paling besar terdapat pada metode *Periodic Review*, dari kesepuluh *Spare Part* yang menjadi sampel dalam penelitian, seluruhnya memiliki nilai ITO terbesar pada *Periodic Review* dengan rata – rata 1.40 kali . hal ini dikarenakan terdapat persediaan maksimum, sehingga menjaga kestabilan persediaan di gudang agar tidak berlebihan dan kekurangan karena ITO dipengaruhi oleh jumlah persediaan di gudang. Sedangkan rata-rata ITO untuk pendekatan *Continuous review* adalah 0.46 kali. Rendahnya nilai ITO pada pendekatan *continuous review* disebabkan oleh tingginya jumlah q (kuantitas pembelian) pada hasil perhitungan matematis.

KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil analisis kebijakan persediaan menggunakan dua metode yang diusulkan yaitu *periodic review* dan *Continuous Review*, maka diperoleh biaya persediaan rata – rata optimal yaitu metode *continuous Review* dengan rata – rata biaya persediaan Rp 15,103,319 dan penghematan sebesar 40,71% dari total biaya perusahaan.
2. Terkait dengan masalah *inventory turn over*, setelah melakukan perbandingan antara dua pendekatan yang di usulkan dengan model eksisting perusahaan, diperoleh nilai *Inventory Turn Over* terbaik ialah dengan menggunakan pendekatan *Periodic Review* dengan rata-rata nilai *Inventory Turnover* adalah 1.40 kali dan lebih besar 1.04 kali jika dibandingkan dengan nilai *Inventory Turnover* perusahaan.
3. Dalam menentukan kebijakan persediaan, *Inventory Turn Over* menjadi prioritas utama, hal ini berkaitan dengan KPI yang harus dicapai oleh bagian perencanaan dan pengendalian *inventory* mengenai perputaran *Spare Part* kemudian biaya persediaan. Nilai *Inventory Turnover* terbaik terdapat pada kebijakan *Periodic Review model* dimana seluruh *Spare Part* dalam penelitian memiliki nilai *inventory turnover* terbaik pada kebijakan *Periodic Review*. Kemudian untuk biaya kebijakan total biaya persediaan terbaik terdapat pada kebijakan *Continuous Review* dengan total biaya persediaan adalah Rp 15.103.319 dengan penghematan 40,71% dari kondisi eksisting perusahaan. dua faktor yang dibandingkan (ITO dan biaya persediaan) memiliki kebijakan terbaik

yang berbeda. Dalam hal ini ITO menjadi prioritas pemilihan utama karena berkaitan dengan KPI yang harus dicapai, akan tetapi pada model dengan ITO terbaik yaitu *Periodic review* memiliki unsur biaya kekurangan persediaan yang cukup tinggi. Hal ini sangat krusial terlebih *spare part* yang diteliti adalah level *Critally A*, yang memiliki risiko *palnt stop* apabila *sapre part* tidak tersedia. Oleh karena hal tersebut, setelah menimbang beberapa Faktor kebijakan persediaan oprtimal untuk PT Indonesia Power UP Semarang khususnya Level A (Critically) adalah *Continuous Review*

DAFTAR PUSTAKA

- Bahagia, S. (2006). *Sistem Inventori*. Bandung: ITB.
- Hadley, G., & T.M. Wihtin. (1963). *Analysis of Inventory System*. New Jersey: Prentice Hall Englewood Cliffs.
- Punjawan , I. N., & Mahendrawathi, E. R. (2010). *Supply Chain Management*. Surabaya: Penerbit Guna Widya.
- Rangkuti, F. (2007). *Manajemen Persediaan Aplikasi di bidang bisnis*. Jakarta: PT. Rajagrafindo Persada.
- Tersine, R. J. (1994). *Principles of Inventory and Materials Management*. United States of America: Prentice Hall.
- Vrat, P. (2014). Basic Concept in Inventory Management. In P. Vrat. *Materials Management*, 21-26.